

10/530976

PCT/JP2004/010779

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

22.7.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 5月31日
Date of Application:

出願番号 特願2004-161732
Application Number:

[ST. 10/C]: [JP2004-161732]

出願人 松下電器産業株式会社
Applicant(s):

REC'D 10 SEP 2004

WIPO

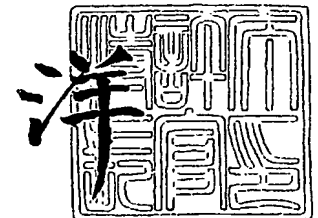
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3076841

【書類名】 特許願
【整理番号】 2047950021
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 1/38
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 中曾 麻理子
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 内海 邦昭
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 増田 浩一
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100098291
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 小笠原 史朗
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 035367
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9405386

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

建物内に設置される無線基地局と複数の無線通信端末とを備える無線光伝送システムであって、

前記無線基地局は、

天井、床、または壁に設置されており、

前記無線通信端末から送信される無線信号を受信する受信アンテナ部と、

前記受信アンテナ部によって受信された無線信号を光信号に変換し、前記光伝送路に送出する電気光変換器とを備え、

前記受信アンテナ部は、鉛直方向の受信感度が所定のレベル内となるような指向性を有し、

前記所定のレベルは、受信した無線信号の受信強度が前記電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内となるレベルであることを特徴とする、無線光伝送システム。

【請求項 2】

前記受信アンテナ部は、

前記無線通信端末から送信される無線信号を受信する受信アンテナと、

鉛直方向から送信されてくる無線信号を吸収する電波吸収体とを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の無線光伝送システム。

【請求項 3】

前記受信アンテナ部は、双方向指向性を有するポールアンテナから構成されており、

前記ポールアンテナは、鉛直方向の受信感度が前記所定のレベル内となるように設置されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の無線光伝送システム。

【請求項 4】

前記ポールアンテナは、建物内の天井に設置されていることを特徴とする、請求項 3 に記載の無線光伝送システム。

【請求項 5】

前記ポールアンテナは、建物内の床に設置されていることを特徴とする、請求項 3 に記載の無線光伝送システム。

【請求項 6】

前記ポールアンテナは、建物内の壁に設置されていることを特徴とする、請求項 3 に記載の無線光伝送システム。

【請求項 7】

前記無線基地局は、さらに、

前記光伝送路から送出される光信号を電気信号に変換する光電気変換器と、

前記光電気変換器から出力される電気信号を無線信号として送出する送信アンテナ部とを備え、

前記送信アンテナ部は、鉛直方向から送信されてくる無線信号を遮断する位置に設けられることを特徴とする、請求項 1 に記載の無線光伝送システム。

【請求項 8】

前記送信アンテナ部は、前記受信アンテナ部が設けられた方向を除く方向に指向性を有することを特徴とする、請求項 7 に記載の無線光伝送システム。

【請求項 9】

建物内の天井に設置される複数の無線基地局と、前記無線基地局と通信する複数の無線通信端末とを備える無線光伝送システムであって、

各前記無線基地局は、

前記無線通信端末から送信される無線信号を受信する受信アンテナ部と、

前記受信アンテナ部によって受信された信号を光信号に変換し、光伝送路に送出する電気光変換器とを備え、

各前記受信アンテナ部は、直下に位置する前記無線通信端末からの無線信号を受信しないような単一指向性を有し、かつ受信可能範囲内に存在する前記無線通信端末から送信さ

れる無線信号を所定のレベル内で受信し、

前記受信アンテナ部の内、少なくとも1つの前記受信アンテナ部は、前記単一指向性が向かう方向に位置し、かつ当該受信アンテナ部に隣接する無線基地局における受信アンテナ部の直下に位置する無線通信端末からの無線信号を受信し、

前記所定のレベルは、受信した無線信号の受信強度が前記電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内となるレベルであることを特徴とする、無線光伝送システム。

【請求項10】

前記受信アンテナ部の内、前記単一指向性が示す方向の最端箇所位置する無線基地局以外の無線基地局の受信アンテナ部は、前記単一指向性が向かう方向に位置し、かつ当該受信アンテナ部に隣接する無線基地局における受信アンテナ部の直下に位置する無線通信端末からの無線信号を受信することを特徴とする、請求項9に記載の無線光伝送システム。

【請求項11】

各前記受信アンテナ部の単一指向性は、鉛直斜め下方向から隣接する前記無線基地局における前記受信アンテナ部の直下方向に向けた指向性であることを特徴とする、請求項10に記載の無線光伝送システム。

【請求項12】

互いに隣接する前記無線基地局の受信可能範囲同士は、一部重複していることを特徴とする、請求項11に記載の無線光伝送システム。

【請求項13】

前記受信アンテナ部は、隣接した前記無線基地局のうち、当該受信アンテナ部を備える無線基地局よりも、制御局との間を接続する光伝送路の長さが長い無線基地局に向かう単一指向性を有し、

前記単一指向性は、前記受信可能範囲が重複する区域から送信される無線信号が前記受信アンテナ部によって受信され、前記制御局に伝送されるまでに要する遅延時間と、当該無線信号が隣接する前記無線基地局における前記受信アンテナ部によって受信され、前記制御局に伝送されるまでに要する遅延時間との差が所定時間内となるように調整されることを特徴とする、請求項12に記載の無線光伝送システム。

【請求項14】

前記単一指向性は、当該単一指向性の広がり角度を変更することによって調整されることを特徴とする、請求項13に記載の無線光伝送システム。

【請求項15】

前記単一指向性は、前記受信アンテナ部の設置角度を変更することによって調整されることを特徴とする、請求項13に記載の無線光伝送システム。

【請求項16】

前記無線基地局は、さらに、前記受信アンテナ部によって受信された無線信号を増幅または減衰するレベル調整部を備え、

前記レベル調整部は、受信可能範囲が重複する区域から送信されてくる無線信号のレベルが所定のレベルとなるように無線信号を増幅または減衰し、

前記所定のレベルは、前記重複する区域から送信され、隣接した前記無線基地局によって受信された無線信号のレベルとの差が所定範囲内となるようなレベルであることを特徴とする、請求項13に記載の無線光伝送システム。

【請求項17】

前記無線通信端末は、それぞれ異なる周波数の無線信号を用いて通信することを特徴とする、請求項1または請求項9に記載の無線光伝送システム。

【請求項18】

無線通信区間に点在する複数の無線通信端末から送信される無線信号を受信して光信号に変換し、光伝送路を介して伝送する無線基地局であって、

建物内の天井、床、または壁に設置されており、

前記無線通信端末から送信される無線信号を受信する受信アンテナ部と、

前記受信アンテナ部によって受信された無線信号を光信号に変換し、前記光伝送路に送出する電気光変換器とを備え、

前記受信アンテナ部は、鉛直方向の受信感度が所定のレベル内となるような指向性を有し、

前記所定のレベルは、受信した無線信号の受信強度が前記電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内となるレベルであることを特徴とする、無線基地局。

【請求項 19】

無線通信区間に点在する複数の無線通信端末から送信される無線信号を受信する受信アンテナであって、

建物内の天井、床、または壁に設置されており、

鉛直方向の受信感度が所定のレベル内となるような指向性を有し、

前記所定のレベルは、受信した無線信号の受信強度が前記電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内となるレベルであることを特徴とする、受信アンテナ。

【書類名】明細書

【発明の名称】無線光伝送システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信端末が送信する無線信号を無線基地局が受信して制御局に伝送するシステムに関し、より特定的には、無線基地局が受信した無線信号を電気光変換器を用いて光信号に変換し、光ファイバを介して制御局に伝送するシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の無線光伝送システムは、一般的には、無線通信端末と、無線基地局と、制御局とを備える。無線通信端末と無線基地局とは、無線で接続され、無線基地局と制御局とは、光ファイバで接続されている。無線基地局は、アンテナ部と電気光変換器とを含み、無線通信端末が送信する無線信号を受信すると、当該無線信号を光信号に変換して制御局に送信する。

【0003】

無線基地局が受信する無線信号の信号レベルは、無線基地局と無線通信端末との間の距離に依存する。つまり、無線基地局および無線通信端末の距離が離れるほど、無線基地局において、アンテナ部によって受信される無線信号の信号レベルは小さくなる。

【0004】

無線基地局の電気光変換器に入力される無線信号の信号レベルが小さすぎる場合、光信号に変換すべき無線信号とノイズとを分離することができない。一方、無線基地局の電気光変換器に入力される無線信号の信号レベルが大きすぎる場合、無線信号を光信号に変換した際に歪みが生じてしまう。ここで、有効に光信号に変換できる無線信号の最小信号レベルおよび最大信号レベルの範囲をダイナミックレンジという。無線信号を高品質に光伝送するためには、電気光変換器に入力される無線信号の信号レベルを、電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内に収める必要がある。

【0005】

電気光変換器に入力される無線信号の信号レベル差を縮小し、無線信号を高品質に光伝送する方法として、無線の通信区間を制限する方法がある。同方法によれば、無線通信区間に存在する複数の無線通信端末と無線基地局との距離の差が縮小されるため、無線基地局が受信する無線信号の信号レベル差を縮小することができる。この無線信号の信号レベルを無線基地局において調整することによって、電気光変換器に入力される無線信号の信号レベルをダイナミックレンジの範囲内に収めることができる。

【0006】

しかしながら、同方法では、1つの無線基地局が通信する無線通信区間が縮小されるため、広範囲で無線通信する場合、多数の無線基地局を設けなければならないという問題がある。

【0007】

このような問題を解決する無線光伝送システムとして、特許文献1に記載されているものがある。図11は、特許文献1に記載されている従来の無線光伝送システムの構成を示す図である。図11に示す従来の無線光伝送システムは、無線基地局19と制御局20とが、光ファイバ9を介して接続される構成である。以下、図11を参照して、従来の無線光伝送システムの動作について説明する。

【0008】

まず、無線基地局19において、アンテナ部21は、無線通信端末（図示せず）から送られてくる無線信号を受信する。増幅器1は、アンテナ部21が受信した無線信号を増幅する。増幅器1によって増幅された信号は、分配器2によって分配された後、ミキサ3a～3dおよびシンセサイザ4a～4dによって、周波数変換される。周波数変換された信号は、1波分の通過帯域をもつバンドパスフィルタ5a～5dを通過後、非線形増幅器6a～6dによって所定の信号レベルに増幅される。増幅された信号は、合成器7におい

て合成された後、電気光変換器 8 によって光信号に変換される。当該光信号は、光ファイバ 9 を介して、制御局 2 0 に伝送される。

【0009】

制御局 2 0 において、光電気変換器 1 0 は、光ファイバ 9 から送出される光信号を電気信号に変換する。当該電気信号は、分配器 1 1 において分配された後、ミキサ 1 2 a ~ 2 3 d および発信器 1 3 a ~ 1 3 d によって元の周波数帯に戻すために周波数変換される。その後、周波数変換された信号は、1 波分の通過帯域を有するバンドパスフィルタ 1 4 a ~ 1 4 d によって分離される。分離された信号は、復調器 1 5 a ~ 1 5 d によって復調されて外部に出力されるか、または検波器 1 6 a ~ 1 6 d によって検知される。検波器 1 6 a ~ 1 6 d が検知し、出力する信号は、A/D 変換器 1 7 a ~ 1 7 d によってデジタル信号に変換された後、ROM 1 8 a ~ 1 8 d に格納される。

【0010】

以上のように、特許文献 1 に記載の従来の無線光伝送システムは、無線基地局 1 9 において、受信した信号を 1 波ごとに分離し、分離した各信号の信号レベルを非線形増幅器 6 a ~ 6 d によって調整する。したがって、非線形増幅器 6 a ~ 6 d を無線基地局 1 9 に設けることによって、無線通信区間を制限することなく、電気光変換器 8 に入力される無線信号を所定のダイナミックレンジの範囲内に収めることができる。これにより、無線信号を高品質に光伝送することができる。

【特許文献 1】特許第 2 8 8 5 1 4 3 号明細書（第 2 - 3 頁、図 1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、従来の無線光伝送システムは、無線信号をダイナミックレンジ内に収めるために、例えば非線形増幅器 6 a ~ 6 d 等の、利得を制御する AGC (Automatic Gain Control) 機能を、無線基地局に無線チャネル数分備えなければならない。このため、システムの構成が複雑になってしまう。

【0012】

また、周波数分割多重方式を利用して信号を制御局に送信する場合においても、システムの構成が複雑になってしまうという問題がある。無線基地局は、複数の無線通信端末から同時に無線信号を受信した場合、複数の無線信号の信号レベルを一度に調整することができない。特許文献 1 に記載の従来の無線光伝送システムにおいて、無線基地局は、周波数変換した信号をいったんチャネル数分に分離し、信号のレベルを一定に調整してから多重する。よって、無線基地局には、分配器や、無線信号のチャネル数分のミキサ、シンセサイザ、バンドパスフィルタおよび非線形増幅器といった、多くの部品を設けなければならない。したがって、無線基地局の構成が複雑になり、無線基地局を小型化することが困難である。

【0013】

さらに、従来の無線光伝送システムにおいて、無線基地局および制御局には、発振器を設けなければならない。したがって、システムの構成が高価になってしまうという問題がある。

【0014】

それゆえに、本発明の目的は、無線基地局において受信する無線信号を所要ダイナミックレンジ内に収めることができる、安価かつ簡易な構成の無線光伝送システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明は、建物内に設置される無線基地局と複数の無線通信端末とを備える無線光伝送システムであって、無線基地局は、天井、床、または壁に設置されており、無線通信端末から送信される無線信号を受信する受信アンテナ部と、受信アンテナ部によって受信された無線信号を光信号に変換し、光伝送路に送出する電気光変換器とを備え、受信アンテナ

部は、鉛直方向の受信感度が所定のレベル内となるような指向性を有し、所定のレベルは、受信した無線信号の受信強度が電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内となるレベルであることを特徴とする。

【0016】

本発明によれば、無線基地局は、当該無線基地局の直下近傍に位置する無線通信端末が送信する無線信号を低利得で受信する。したがって、無線基地局の近傍から送信される無線信号を電気光変換器の許容ダイナミックレンジの範囲内に収めることができる。また、無線基地局は、当該無線基地局の直下近傍に位置しない無線通信端末、つまり遠方に位置する無線通信端末が送信する無線信号を高利得で受信する。これにより、無線基地局および無線通信端末間の距離に関わらず、電気光変換器に入力される無線信号の信号レベル差が縮小されることとなる。したがって、無線信号の信号レベルを所要ダイナミックレンジの範囲内に収めることができ、無線信号を高品質に光伝送することができる。また、無線基地局にAGC回路等を設ける必要がないため、無線光伝送システムの構成が簡易になる。したがって、当該システムを安価に構築することができる。

【0017】

好ましくは、受信アンテナ部は、無線通信端末から送信される無線信号を受信する受信アンテナと、鉛直方向から送信されてくる無線信号を吸収する電波吸収体とを含むとよい。

【0018】

これにより、無線基地局の直下近傍に位置する無線通信端末が送信する無線信号は、電波吸収体によって吸収されるため、受信アンテナ部は、当該無線信号を低利得で受信することとなる。これにより、無線基地局の近傍から送信される無線信号を電気光変換器の許容ダイナミックレンジの範囲内に収めることができる。

【0019】

また、受信アンテナ部は、双方向指向性を有するポールアンテナから構成されており、ポールアンテナは、鉛直方向の受信感度が所定のレベル内となるように設置されていてもよい。

【0020】

これにより、電波吸収体を設けることなく、鉛直方向に対する受信アンテナ部の指向性を制限することができる。したがって、受信アンテナ部が、アンテナと電波吸収体とから構成される場合に比べ、システムの構成をより簡略化することができる。

【0021】

また、ポールアンテナは、建物内の天井に設置されていてもよいし、建物内の床に設置されていてもよい。また、ポールアンテナは、建物内の壁に設置されていてもよい。

【0022】

また、無線基地局は、さらに、光伝送路から送出される光信号を電気信号に変換する光電気変換器と、光電気変換器から出力される電気信号を無線信号として送出する送信アンテナ部とを備え、送信アンテナ部は、鉛直方向から送信されてくる無線信号を遮断する位置に設けられていてもよい。

【0023】

これにより、電波吸収体を設けることなく、鉛直方向に対する受信アンテナ部の指向性を制限することができる。したがって、受信アンテナ部が、アンテナと電波吸収体とから構成される場合に比べ、システムの構成をより簡略化することができる。

【0024】

好ましくは、送信アンテナ部は、受信アンテナ部が設けられた方向を除く方向に指向性を有するとよい。

【0025】

これにより、送信アンテナ部から受信アンテナ部に回り込む無線信号を低減することができる。したがって、無線基地局内の電気回路における発振や、上り信号および下り信号の干渉による信号劣化を防ぐことができる。

【0026】

また、本発明は、建物内の天井に設置される複数の無線基地局と、無線基地局と通信する複数の無線通信端末とを備える無線光伝送システムであって、各無線基地局は、無線通信端末から送信される無線信号を受信する受信アンテナ部と、受信アンテナ部によって受信された信号を光信号に変換し、光伝送路に送出する電気光変換器とを備え、各受信アンテナ部は、直下に位置する無線通信端末からの無線信号を受信しないような単一指向性を有し、かつ受信可能範囲内に存在する無線通信端末から送信される無線信号を所定のレベル内で受信し、受信アンテナ部の内、少なくとも1つの受信アンテナ部は、単一指向性が向かう方向に位置し、かつ当該受信アンテナ部に隣接する無線基地局における受信アンテナ部の直下に位置する無線通信端末からの無線信号を受信し、所定のレベルは、受信した無線信号の受信強度が電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内となるレベルであることを特徴とする。

【0027】

これにより、受信アンテナは、無線基地局の直下近傍、つまり近距離から送信される信号レベルの大きい無線信号を受信することがない。したがって、電気光変換器に入力される無線信号の信号レベルを、電気光変換器が許容するダイナミックレンジの上限内に収めることができる。これにより、複数の無線基地局を設置することによって広範囲の通信エリアをカバーすると共に、信号を高品質に光伝送することができる。また、無線基地局は、AGC機能を有する必要がないため、無線光伝送システムの構成を簡易化し、当該システムを安価に構築することができる。

【0028】

好ましくは、受信アンテナ部の内、単一指向性が示す方向の最端箇所位置する無線基地局以外の無線基地局の受信アンテナ部は、単一指向性が向かう方向に位置し、かつ当該受信アンテナ部に隣接する無線基地局における受信アンテナ部の直下に位置する無線通信端末からの無線信号を受信してもよい。

【0029】

また、各受信アンテナ部の単一指向性は、鉛直斜め下方向から隣接する無線基地局における受信アンテナ部の直下方向に向けた指向性であってもよい。

【0030】

また、互いに隣接する無線基地局の受信可能範囲同士は、一部重複していてもよい。

【0031】

これにより、受信範囲が連続して形成されることとなるため、無線通信端末の配置場所についての自由度を向上させることができる。

【0032】

また、受信アンテナ部は、隣接した無線基地局のうち、当該受信アンテナ部を備える無線基地局よりも、制御局との間を接続する光伝送路の長さが長い無線基地局に向かう単一指向性を有し、単一指向性は、受信可能範囲が重複する区域から送信される無線信号が受信アンテナ部によって受信され、制御局に伝送されるまでに要する遅延時間と、当該無線信号が隣接する無線基地局における受信アンテナ部によって受信され、制御局に伝送されるまでに要する遅延時間との差が所定時間内となるように調整されることを特徴とする。

【0033】

これにより、受信範囲が重複する区域から無線信号が送信され、当該無線信号が複数の受信アンテナ部によって受信された場合においても、受信アンテナ部の単一指向性を調整することによって、受信範囲が重複する区域から送信される無線信号の遅延時間差を所定の時間内に収めることができる。これにより、マルチパス干渉による信号の劣化を防止することができる。

【0034】

また、単一指向性は、当該単一指向性の広がり角度を変更することによって調整されてもよい。

【0035】

また、単一指向性は、受信アンテナ部の設置角度を調節することによって調整されてもよい。

【0036】

また、無線基地局は、さらに、受信アンテナ部によって受信された無線信号を増幅または減衰するレベル調整部を備え、レベル調整部は、受信可能範囲が重複する区域から送信されてくる無線信号のレベルが所定のレベルとなるように無線信号を増幅または減衰し、所定のレベルは、重複する区域から送信され、隣接した無線基地局によって受信された無線信号のレベルとの差が所定範囲内となるようなレベルであるとよい。

【0037】

また、無線通信端末は、それぞれ異なる周波数の無線信号を用いて通信してもよい。

【0038】

また、本発明は、無線通信区間に点在する複数の無線通信端末から送信される無線信号を受信して光信号に変換し、光伝送路を介して伝送する無線基地局であって、建物内の天井、床、または壁に設置されており、無線通信端末から送信される無線信号を受信する受信アンテナ部と、受信アンテナ部によって受信された無線信号を光信号に変換し、光伝送路に送出する電気光変換器とを備え、受信アンテナ部は、鉛直方向の受信感度が所定のレベル内となるような指向性を有し、所定のレベルは、受信した無線信号の受信強度が電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内となるレベルであることを特徴とする。

【0039】

また、本発明は、無線通信区間に点在する複数の無線通信端末から送信される無線信号を受信する受信アンテナであって、建物内の天井、床、または壁に設置されており、鉛直方向の受信感度が所定のレベル内となるような指向性を有し、所定のレベルは、受信した無線信号の受信強度が電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内となるレベルであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0040】

本発明によれば、無線基地局において受信する無線信号を所要ダイナミックレンジ内に収めることのできる、簡易かつ安価な構成の無線光伝送システムが提供されることとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る無線光伝送システムの構成を示す図である。図1において、無線光伝送システムは、制御局31と、無線基地局32と、無線通信端末33a、33bとを備える。制御局31は、光電気変換器311と、信号処理部312とを含む。無線基地局32は、受信アンテナ部322と、電気光変換器321とを含む。なお、無線通信端末33aおよび33bを特に区別する必要がない場合には、無線通信端末33と総称する。

【0042】

無線通信端末33a、33bと無線基地局32とは、互いに無線で接続される。無線基地局32と制御局31とは、互いに光ファイバ36を介して接続される。制御局31と外部のネットワーク(図示せず)とは、イーサネット(登録商標)ケーブル35を介して接続されている。

【0043】

なお、図1では、上り伝送系のみを示し、下り伝送系を省略している。また、外部ネットワークと制御局31とは、イーサネット(登録商標)ケーブル以外の伝送路を介して接続されていてもよく、例えば、電話線、同軸ケーブル、または光ファイバを介して接続されていてもよい。また、図1において、無線通信区間に存在する無線通信端末は2台であるが、無線通信区間に存在する無線通信端末は1台であってもよく、また、3台以上であってもよい。以下、上り信号が伝送される場合における、無線光伝送システムの動作につ

いて説明する。

【0044】

無線通信端末33aおよび33bは、無線基地局32に無線信号を送信する。無線基地局32は、建築物の天井34に設置されており、受信アンテナ部322は、無線通信端末33a、33bから送信されてくる無線信号を受信する。電気光変換器321は、受信アンテナ部322が受信した電気信号を光信号に変換する。電気光変換器321によって変換された光信号は、光ファイバ36を伝送し、制御局31の光電気変換器311に入力される。

【0045】

制御局31において、光電気変換器311は、入力された光信号を電気信号に変換する。信号処理部312は、電気信号を、外部ネットワークに送信するための信号形態に復調する。復調された信号は、イーサネット（登録商標）ケーブル35を介して外部に伝送される。

【0046】

図2は、図1に示す受信アンテナ部322の構成およびその受信範囲37を模式的に示す図である。図2に示すように、受信アンテナ部322は、指向性アンテナ323と、電波吸収体324とを有する。指向性アンテナ323は、例えば、平面アンテナである。受信アンテナ部322において、指向性アンテナ323の直下には、電波吸収体324が設置されている。電波吸収体324は、指向性アンテナ323から一定の距離を離して設置される。電波吸収体324は、例えば、ゴムまたはフェライトの焼結体であって、所定の周波数の電波を吸収する。なお、受信アンテナ部が有するアンテナは、無指向性アンテナであってもよい。

【0047】

このように、指向性アンテナ323の直下に電波吸収体324を設けることにより、受信アンテナ部322は、受信アンテナ部322の直下およびその近傍の方向に対する受信感度が減衰される。したがって、アンテナ部322の直下近傍に位置する無線通信端末33aが送信する無線信号は、電波吸収体324に吸収されることによって、減衰して指向性アンテナ323に到達する。

【0048】

一方、受信アンテナ部322の遠方に位置する無線通信端末（ここでは、無線通信端末33b）は、電波吸収体324に吸収されることなく指向性アンテナ323に到達する。また、無線基地局が受信する無線信号の信号レベルは、無線基地局32と、無線通信端末33a、33bとの間の距離に依存する。したがって、遠方にある無線通信端末から送信された無線信号は、無線通信区間を伝搬するにつれ、ある程度減衰するものの、受信アンテナ部322は、当該無線信号を高利得で受信することができる。

【0049】

このように、指向性アンテナの直下に電波吸収体を設置することによって、受信アンテナ部322の直下近傍に位置する無線通信端末は、受信アンテナ部322の受信範囲37から除外される。受信アンテナ部322は、受信範囲37内から送信される無線信号を高利得で受信し、受信範囲外37外から送信される無線信号を低利得で受信する。

【0050】

なお、電波吸収体324の面積や厚み、設置位置を変更することによって、電波の減衰量を調整することができる。これにより、電気光変換器321が許容するダイナミックレンジに応じて、鉛直方向から送信されてくる信号に対する受信アンテナ部322の受信利得を調整することができる。

【0051】

図3は、無線基地局32における無線信号の受信強度と、無線基地局32および無線通信端末33の間の距離との関係を示すグラフである。図3において、縦軸は、無線基地局32が受信する無線信号の受信強度を示す。横軸は、無線基地局32および無線通信端末33の間の距離を示す。点線は、受信アンテナ部が従来の受信アンテナ部である場合、つ

まり、受信アンテナ部 322 が無指向アンテナのみを有する場合における、受信強度の変化を示す。実線は、本発明に係る受信アンテナ部 322 における、受信強度の変化を示す。

【0052】

図 3 に示すように、従来の無指向性アンテナ部が、近距離から送信される無線信号を受信する場合、無線信号の受信強度が大きいため、電気光変換器 321 が許容するダイナミックレンジの上限を超えてしまう。このような信号レベルの大きい無線信号を光信号に変換すると、光信号に歪みが発生するため、信号を高品質に光伝送することができない。

【0053】

一方、本発明に係るアンテナ部 322 は、鉛直方向から送信されてくる無線信号の受信利得が制限されている。よって、鉛直方向、すなわち近距離から送信される無線信号は、低利得で受信されるため、当該無線信号を電気光変換器 321 が許容するダイナミックレンジの範囲内に収めることができる。

【0054】

このように、受信アンテナ部 322 は、近傍に位置する無線通信端末から送信される、信号レベルが大きい無線信号を低利得で受信し、遠方に位置する無線通信端末から送信される、信号レベルが小さい無線信号を高利得で受信する。したがって、電気光変換器 321 に入力される無線信号の信号レベル差を縮小することができる。これにより、無線通信端末および無線基地局間の距離に関わらず、広範囲に存在する無線通信端末からの送信信号を、電気光変換器 321 の許容ダイナミックレンジの範囲内で受信することができる。よって、信号を高品質に光伝送することができる。また、電気光変換器 321 に入力される無線信号の信号レベル差が縮小されるため、電気光変換器 321 に要求されるダイナミックレンジの制限を緩和することができる。

【0055】

以上のように、本実施形態によれば、無線通信端末が広範囲に存在する場合においても、各無線通信端末が送信する無線信号の信号レベル差を縮小して電気光変換器に入力することができる。これにより、無線基地局に AGC 機能を付加することなく、受信した無線信号を電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲に収めることができる。したがって、無線光伝送システムの構成を簡易化することができるため、当該システムを安価に構築することができる。

【0056】

なお、受信アンテナ部と電気光変換器との間に、増幅器または減衰器を設けることとしてもよい。これにより、受信信号の信号レベルを、さらに精度よく調整することができる。この場合においても、一定利得の簡易な増幅器もしくは減衰器を用意すればよいため、AGC 回路を設ける場合に比べ、無線光伝送システムの構成を簡略化することができる。

【0057】

なお、図 1 において、上り伝送系のみが図示され、下り伝送系の図示は省略されていた。下り信号を伝送する場合、制御局 31 において、信号処理部 312 から電気光変換部（図示せず）に入力される信号レベルは、ほぼ一定であるため、信号毎に特別な調整を行う必要がない。したがって、制御局 31 から各無線通信端末 33a, 33b に信号を伝送する下り伝送系に必要な設備は、従来の構成のままでよい。

【0058】

（第 2 の実施形態）

図 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係る無線光伝送システムの部分図であって、受信アンテナ部 322x の構成およびその受信範囲 37x の断面を模式的に示す図である。第 1 の実施形態において、受信アンテナ部は、指向性アンテナと、電波吸収体とを有していた。これに対し、本実施形態において、受信アンテナ部 322x は、ポールアンテナを有する点で第 1 の実施形態と相違する。それ以外の構成要素は、第 1 の実施形態と同様であるため、第 1 の実施形態と同じ構成要素には同一の参照符号を付し、その説明を省略する。

【0059】

図4に示すように、受信アンテナ部322xを含む無線基地局32は、建築物の天井34に設置される。受信アンテナ部322xを構成するポールアンテナは、線状のアンテナであって、ポールの長手方向に対して垂直な方向がピークとなる、ややつぶれた円形の双方向指向性（8の字指向性ともいう）を有する。なお、図4に示す受信範囲37xは、受信範囲の断面を示すにすぎず、実際には、受信範囲37xは、受信アンテナ部322xを中心としたドーナツ形に形成されている。

【0060】

無線基地局32を建築物の天井34に設置した場合、無線基地局32との距離が近い無線通信端末は、無線基地局32の直下またはその近傍に位置する無線通信端末（ここでは、無線通信端末33b）である。一方、無線通信局32との距離が遠い無線通信端末は、無線基地局32の直下から離れた場所に位置する無線通信端末（ここでは、無線通信端末33a）である。

【0061】

無線基地局32の受信アンテナ部322xは、近傍に位置する無線通信端末33bを受信範囲に含まないように設置される。例えば、汎用のポールアンテナの長手方向を、鉛直方向に対して平行になるように設置することによって、鉛直方向に対する受信アンテナ部322xの指向性が制限される。これにより、受信アンテナ部322xは、鉛直方向に対する受信感度が制限された受信範囲37xを有することとなる。受信アンテナ部322xは、受信範囲37x内に位置する無線通信端末が送信する無線信号を高利得で受信し、受信範囲37x外に位置する無線通信端末が送信する無線信号を低利得で受信する。

【0062】

このように無線基地局32を天井34に設置することにより、受信アンテナ部322x無線通信局32の直下近傍に位置する無線通信端末33bは、受信アンテナ部322xの受信範囲37xに含まれない。したがって、受信アンテナ部322xは、無線通信端末33bが送信する無線信号を低利得で受信する。一方、無線通信局32の遠方に位置する無線通信端末33aは、受信アンテナ部322xの受信範囲37xに含まれるため、受信アンテナ部322xは、無線通信端末33aが送信する無線信号を高利得で受信する。

【0063】

以上のように、本実施形態によれば、無線通信端末および無線基地局間の距離に関わらず、電気光変換器に入力される無線信号の信号レベルを、電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内に収めることができる。また、電波吸収体を設けることなく、鉛直方向に対する受信アンテナ部の指向性を制限することができる。したがって、受信アンテナ部が電波吸収体を有する場合に比べ、システムの構成をより簡略化することができる。

【0064】

（第3の実施形態）

図5は、本発明の第3の実施形態に係る無線光伝送システムの部分図であって、受信アンテナ部322yの構成およびその受信範囲37yを模式的に示す図である。第1の実施形態において、無線基地局は、天井に設置されていた。これに対し、本実施形態において、無線基地局32は、床40に設置されている。また、受信アンテナ部322yは、ポールアンテナを有する。それ以外の構成要素は、第1の実施形態と同様であるため、第1の実施形態と同じ構成要素には同一の参照符号を付し、その説明を省略する。

【0065】

無線基地局32を建築物の床40に設置した場合、無線基地局32との距離が近い無線通信端末は、無線基地局32の直上またはその近傍に位置する無線通信端末（ここでは、無線通信端末33b）である。一方、無線通信局32との距離が遠い無線通信端末は、無線基地局32の直上から離れた場所に位置する無線通信端末（ここでは、無線通信端末33a）である。

【0066】

無線基地局32の受信アンテナ部322yは、近傍に位置する無線通信端末33bを受信範囲に含まないように設置される。例えば、図5に示すように、汎用のポールアンテナ

の長手方向を、鉛直方向に対して平行になるように設置することによって、鉛直方向に対する受信アンテナ部 322y の指向性が制限される。これにより、受信アンテナ部 322y は、鉛直方向に対する受信感度が制限された受信範囲 37y を有することとなる。受信アンテナ部 322y は、受信範囲 37y 内に位置する無線通信端末が送信する無線信号を高利得で受信し、受信範囲 37y 外に位置する無線通信端末が送信する無線信号を低利得で受信する。

【0067】

このように無線基地局 32 を床 40 に設置することにより、無線通信局 32 の直上近傍に位置する無線通信端末 33b は、受信アンテナ部 322y の受信範囲 37y に含まれない。したがって、受信アンテナ部 322y は、無線通信端末 33b が送信する無線信号を低利得で受信する。一方、無線通信局 32 の遠方に位置する無線通信端末 33a は、受信アンテナ部 322y の受信範囲 37y に含まれるため、受信アンテナ部 322y は、無線通信端末 33a が送信する無線信号を高利得で受信する。

【0068】

以上のように、本実施形態によれば、無線通信端末および無線基地局間の距離に関わらず、電気光変換器に入力される無線信号の信号レベルを、電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内に収めることができる。また、電波吸収体を設けることなく、鉛直方向に対する受信アンテナ部の指向性を制限することができる。したがって、受信アンテナ部が電波吸収体を有する場合に比べ、システムの構成をより簡略化することができる。

【0069】

なお、本実施形態において、受信アンテナ部は、ポールアンテナから構成されていたが、受信アンテナ部は、無指向性アンテナおよび電波吸収体から構成されていてもよい。その場合、電波吸収体は、無指向性アンテナの上部に設けられるとよい。

【0070】

(第 4 の実施形態)

図 6 は、本発明の第 4 の実施形態に係る無線光伝送システムの部分図であって、受信アンテナ部 322z の構成およびその受信範囲 37z を模式的に示す図である。第 1 の実施形態において、無線基地局は、天井に設置されていた。これに対し、本実施形態において、無線基地局 32 は、壁 41 に設置されている。また、受信アンテナ部 322z は、ポールアンテナを有する。それ以外の構成要素は、第 1 の実施形態と同様であるため、第 1 の実施形態と同じ構成要素には同一の参照符号を付し、その説明を省略する。

【0071】

無線基地局 32 を建築物の壁 41 に設置した場合、無線基地局 32 との距離が近い無線通信端末は、無線基地局 32 の直下またはその近傍に位置する無線通信端末（ここでは、無線通信端末 33b）である。一方、無線通信局 32 との距離が遠い無線通信端末は、無線基地局 32 の直下から離れた場所に位置する無線通信端末（ここでは、無線通信端末 33a）である。

【0072】

無線基地局 32 の受信アンテナ部 322z は、近傍に位置する無線通信端末 33b を受信範囲に含まないように設置される。例えば、汎用のポールアンテナの長手方向を、鉛直方向に対して平行になるように設置することによって、鉛直方向に対する受信アンテナ部 322z の指向性が制限される。これにより、受信アンテナ部 322z は、鉛直方向に対する受信感度が制限された受信範囲 37z を有することとなる。受信アンテナ部 322z は、受信範囲 37z 内に位置する無線通信端末が送信する無線信号を高利得で受信し、受信範囲 37z 外に位置する無線通信端末が送信する無線信号を低利得で受信する。

【0073】

このように無線基地局 32 を壁 41 に設置することにより、無線通信局 32 の直下近傍に位置する無線通信端末 33b は、受信アンテナ部 322z の受信範囲 37z に含まれない。したがって、受信アンテナ部 322z は、無線通信端末 33b が送信する無線信号を低利得で受信する。一方、無線通信局 32 の遠方に位置する無線通信端末 33a は、受信

アンテナ部 322z の受信範囲 37z に含まれるため、受信アンテナ部 322z は、無線通信端末 33a が送信する無線信号を高利得で受信する。

【0074】

以上のように、本実施形態によれば、無線通信端末および無線基地局間の距離に関わらず、電気光変換器に入力される無線信号の信号レベルを、電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内に収めることができる。また、電波吸収体を設けることなく、鉛直方向に対する受信アンテナ部の指向性を制限することができる。したがって、受信アンテナ部が電波吸収体を有する場合に比べ、システムの構成をより簡略化することができる。

【0075】

なお、本実施形態において、受信アンテナ部は、ポールアンテナから構成されていたが、受信アンテナ部は、無指向性アンテナおよび電波吸収体から構成されていてもよい。その場合、電波吸収体は、無指向性アンテナの下部に設けられるとよい。

【0076】

以上、第1の実施形態～第4の実施形態について説明したが、これらの実施形態において、受信アンテナ部は、鉛直方向に位置する無線通信端末が送信する無線信号を低利得で受信し、鉛直方向以外の方向、つまり遠方に位置する無線通信端末が送信する無線信号を高利得で受信する点で共通する。なお、上記の実施形態において、受信アンテナ部は、鉛直方向から送信されてくる無線信号を電気光変換器が許容するダイナミックレンジの上限以下の信号レベルで受信することができる構成であればよく、上述の構成に限定されない。例えば、受信アンテナ部のアンテナは、複数のアンテナからなるアレーアンテナを有していてもよい。この場合、アレーアンテナを構成する複数のアンテナの指向性を、鉛直方向を除く方向に設定することによって、鉛直方向から送信されてくる無線信号の受信利得を制限することができる。

【0077】

(第5の実施形態)

図7は、本発明の第5の実施形態に係る無線光伝送システムの構成を示す図である。図7に示す無線光伝送システムは、第1の実施形態に係る無線光伝送システムの構成に加え、無線基地局 32 が、送信アンテナ部 325 と、光電気変換器 323 とをさらに含み、制御局 31 が、電気光変換器 313 をさらに含む点で相違する。それ以外の構成要素は、第1の実施形態と同様であるため、図1と同様の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0078】

以下、下りの信号を伝送する場合における無線光伝送システムの動作について説明する。制御局 31 において、信号処理部 311 は、イーサネット（登録商標）ケーブル 35 を介して外部ネットワークから伝送されてくる信号を変調する。信号処理部 311 によって変調された信号は、電気光変換器 313 に入力される。電気光変換器 313 は、信号処理部 311 から入力される電気信号を光信号に変換する。電気光変換器 313 によって変換された光信号は、光ファイバ 36 を伝送し、無線基地局 32 の光電気変換器 323 に入力される。

【0079】

光電気変換器 323 は、光ファイバ 36 から入力される光信号を電気信号に変換する。送信アンテナ部 325 は、当該電気信号を無線通信区間に送信する。ここで、図7に示すように、送信アンテナ部 325 は、受信アンテナ部 322 の直下に設置される。好ましくは、送信アンテナ部 325 と受信アンテナ部 322 とは、一定の距離を離して配置するとよい。

【0080】

受信アンテナ部 322 の真下に位置する無線通信端末が送信する無線信号は、送信アンテナ部 325 によって遮られる。これにより、受信アンテナ部 322 は、当該無線信号を低利得で受信することとなる。一方、受信アンテナ部 322 の遠方に位置する無線通信端末が送信する無線信号は、送信アンテナ部 325 に遮られない。よって、受信アンテナ部

322は、当該無線信号を高利得で受信することができる。したがって、本実施形態に係る無線光伝送システムにおいて、送信アンテナ部325を設けることによって、受信アンテナ部322の鉛直方向に対する受信感度が低減されるため、受信アンテナ部322は、近距離から送信される無線信号の信号レベルを低利得で受信し、遠距離から送信される無線信号を高利得で受信することができる。これにより、電気光変換器に入力される無線信号の信号レベル差が縮小されることとなるため、無線基地局に要求されるダイナミックレンジの制限を緩和することができる。

【0081】

好ましくは、送信アンテナ部325は、受信アンテナ部322が設置されている方向とは逆方向に信号を送信するような指向性を有するとよい。これにより、送信アンテナ部325から受信アンテナ部322に回り込む無線信号を低減することができる。したがって、無線基地局32内の電気回路における発振や、上り信号および下り信号の干渉による信号劣化を防ぐことができる。

【0082】

また、送信アンテナ部325と受信アンテナ部322との間に、電波吸収体を設けることとしてもよい。これにより、送信アンテナ部325から受信アンテナ部322に回り込む無線信号をさらに低減することができる。

【0083】

(第6の実施形態)

図8は、本発明の第6の実施形態に係る無線光伝送システムの構成を示す図である。図8において、無線光伝送システムは、制御局31と、複数の無線基地局32a~32cと、無線通信端末33cとを備える。無線基地局32aは、電気光変換器321と、受信アンテナ部322aと、レベル調整部326とを含む。それ以外は、第1の実施形態と同様であるため、第1の実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。なお、図8において、無線通信区間に存在する無線通信端末は1台であるが、無線通信区間に存在する無線通信端末は2台以上であってもよい。

【0084】

無線基地局32aにおいて、受信アンテナ部322aは、単一指向性アンテナを有する。単一指向性アンテナは、例えば、パラボラアンテナである。受信アンテナ部322aは、鉛直方向に対して斜め方向に伸びるような指向性を有する。また、受信アンテナ部322aの受信範囲42aは、隣接する無線基地局のうち、制御局31と接続された光伝送路の距離がより長い無線基地局（ここでは、無線基地局32b）の方向に向かって形成される。受信アンテナ部322aは、受信範囲42a内に位置する無線通信端末から送信される無線信号のみを受信し、受信範囲42a外から送信される無線信号は受信しない。

【0085】

レベル調整部326は、受信アンテナ部322aが受信した無線信号を増幅または減衰することによって、電気光変換器321に入力される無線信号の信号レベルを調整するが、詳細については後述する。レベル調整部326によって増幅または減衰された無線信号は、電気光変換器321によって光信号に変換される。光信号は、光ファイバ36a、36dを伝送し、制御局31に入力される。なお、無線基地局32bおよび無線基地局32cも、無線基地局32aと同様の構成を有する。

【0086】

なお、図8において、無線基地局32a~32cは、バス型に接続されているが、無線基地局32a~32cは、制御局31に対して、それぞれの無線基地局が1対1で接続されるようなスター型に接続されていてもよい。

【0087】

次に、本実施形態に係る無線光伝送システムにおける無線信号の受信動作について説明する。例えば、無線通信端末33cから最も近い位置にある受信アンテナ部は、受信アンテナ部322bである。しかし、各受信アンテナ部は、鉛直方向に対して斜め方向に伸びる指向性を有するため、無線通信端末33cは、受信アンテナ部322bの受信範囲42

bに含まれない。一方、無線通信端末33cは、無線基地局32bに隣接する無線基地局32aの受信範囲42aに含まれる。したがって、無線通信端末33cが送信する無線信号は、無線基地局32aの受信アンテナ部322aによって受信される。

【0088】

このように、各無線基地局は、近距離から送信される信号レベルの大きい無線信号を受信することができない。したがって、無線基地局の電気光変換器に入力される無線信号の信号レベルを、電気光変換器が許容するダイナミックレンジの上限内に収めることができる。これにより、複数の無線基地局を設置することによって広範囲の通信エリアをカバーすると共に、信号を高品質に光伝送することができる。

【0089】

ここで、各受信アンテナ部は、当該受信アンテナ部の受信範囲の一部が、隣接する受信アンテナ部の受信範囲の一部と重複するように設置されている。したがって、各受信アンテナ部の受信範囲には、隣接する受信アンテナ部の受信範囲が重複する区域が存在する。図9は、複数の受信範囲が重複する区域に無線通信端末が存在する場合における無線光伝送システムの部分図である。図9に示すように、無線通信端末33cは、受信範囲42aおよび42bが重複する区域に位置する。この場合、無線通信端末33cが送信する無線信号は、受信アンテナ部322aおよび322bの両方で受信されることとなる。無線基地局32aの受信アンテナ部322aにおいて受信された光信号は、光ファイバ36a、36dを伝送して制御局31に到達する。一方、無線基地局32bの受信アンテナ部322bにおいて受信された光信号は、光ファイバ36b、36dを伝送して制御局31に到達する。

【0090】

しかしながら、無線基地局32aおよび制御局31の間を接続する光ファイバの長さ、無線基地局32bおよび制御局31の間を接続する光ファイバの長さとは異なる。したがって、1台の無線通信端末が送信した無線信号が、複数の受信アンテナ部によって受信された場合、異なる伝送路を経由した信号が制御局31に到達するまでの遅延時間差が生じる。これにより、信号が互いに干渉し合い（マルチパス干渉）、通信品質が劣化してしまうという問題がある。

【0091】

ここで、IEEE802.11aやIEEE802.11gといった規格において、OFDM変調方式を利用する無線LANシステムは、一般的に、信号の遅延時間差を250ns程度許容することができる。無線伝送路および光伝送路における信号の遅延時間差に余裕を持たせるために、当該遅延時間差を200nsに設定する場合について考えると、例えば、当該システムにおいて、無線伝送路における無線信号の遅延時間差を100nsに低減することによって、光伝送路における許容遅延時間差を100nsまで許容することができる。100nsの遅延時間差は、光路長差に換算すると約20mである。したがって、光路長差が20mを超える場合、無線伝送路における信号の遅延時間差を縮小することによって、マルチパス干渉の影響を軽減することができる。

【0092】

無線通信端末33cが送信する無線信号が受信アンテナ部322aによって受信され、制御局31に到達するまでにかかる総所要時間は、無線信号が受信範囲42aを伝搬する伝搬時間 $T(Lwa)$ と、光信号が光ファイバ36a、36dを伝搬する伝搬時間 $T(Loa)$ との和である。また、無線通信端末33cから送信された無線信号が受信アンテナ部322bによって受信され、制御局31に到達するまでにかかる総所要時間は、無線信号が受信範囲42bを伝搬する伝搬時間 $T(Lwb)$ と、光信号が光ファイバ36b、36dを伝搬する伝搬時間 $T(LOB)$ との和である。

【0093】

したがって、複数の受信アンテナ部によって受信される無線信号が制御局に到達するまでの遅延時間差を解消するためには、伝搬時間 $T(Loa)$ および伝搬時間 $T(Lwa)$ の和と、伝搬時間 $T(LOB)$ および伝搬時間 $T(Lwb)$ の和とがほぼ一致するような

位置に受信範囲 42a, 42b を形成すればよいことが分かる。

【0094】

例えば、光ファイバ内を伝搬する光信号の伝搬速度が、空気中を伝搬する無線信号の伝搬速度の 1.5 倍である場合、

$$Lwa - Lwb = 1.5 \times (Lob - Loa) \cdots (1)$$

という関係式を満たすように、各受信アンテナ部の指向性を調整し、受信範囲 42a, 42b を形成する。具体的には、各受信アンテナ部の傾斜角度を変更したり、各受信アンテナ部が有する指向性の広がり角度を変更したりすることによって、指向性を調整する。

【0095】

以下、光伝送路の長さの差 $Lob - Loa$ が 30m である場合における無線基地局および受信アンテナ部の設置方法について説明する。

【0096】

$Lob - Loa$ が 30m である場合、式 (1) より、 $Lwa - Lwb = 45$ が求められる。ここで、例えば、受信アンテナ部 322a の受信可能範囲が 60m である場合、 $Lwa = 60$ (m) と考えられる。

【0097】

図 10 は、受信アンテナ部 322a の受信範囲を模式的に示す図である。図 10 において、 h は、天井と床との距離を表す。一般的な家屋の天井の高さは約 2m であるため、 $h = 2$ (m) として説明する。また、アンテナの直下周辺において、ダイナミックレンジの上限を超えないように、無線信号を受信しない範囲は予め決められている。ここでは、受信アンテナ部直下からの無線信号を受信しない距離 $y = 5$ (m) とする。 $y = 5$ 、 $h = 2$ であるから、直角三角形の定理より、 $Lwb = 5.39$ (m) と求められる。ここで、 $Lwa = 60$ (m) であるため、 $Lwa - Lwb = 45$ を満たすためには、 $Lwb = 15$ (m) とするのが理想的である。しかし、 Lwb が 15m である場合、受信アンテナ部 322a の受信範囲が狭くなってしまう。また、無線通信区間において、10m 程度の誤差は許容されるため、ここでは $Lwb = 5.39$ (m) とする。そして、 $Lwa = 60$ 、 $h = 2$ であるから、直角三角形の定理より、 $y + z = 59.97$ が求められる。また、 $y = 5$ であるから、受信範囲の底面の長さ $z = 54.97$ となる。

【0098】

次に、受信アンテナ部 322a における指向性の広がり角度 α を求める。 $Lwa = 60$ 、 $Lwb = 5.39$ 、 $z = 54.97$ であるから、余弦定理より、 $\cos \alpha = 0.94$ と求められる。よって、指向性の広がり角度 α を約 20° とすればよいことが分かる。

【0099】

また、受信アンテナ部 322a および 322b の受信範囲において、重複している区域の長さを x とすると、無線基地局間の距離 $R = y + z - y - x$ と表される。例えば、 $x = 5$ (m) のとき、 R は約 50m となる。

【0100】

以上より、無線基地局間の距離 R が 50m、受信範囲の最大長さ Lwa が 60m、指向性の広がり角度 α が約 20° となるように、無線基地局 32a および 32b を設置すればよいことが分かる。このように、光伝送路の長さに制限がある場合においても、無線信号を受信しない距離 y および重複範囲 x を設定することによって、指向性の広がり角度 α と、受信範囲の最大長さ Lwa と、無線基地局間の距離 R を求めることができる。

【0101】

なお、無線基地局間の距離 R が予め定められている場合においても、無線信号を受信しない距離 y および重複範囲 x の値を設定することによって、指向性の角度 α と、受信範囲の最大長さ Lwa とを求めることができる。

【0102】

好ましくは、一台の無線通信端末 33c が送信する無線信号を複数の無線基地局が受信する場合、光ファイバ 36a および 36b に送出される光信号の信号レベルの差が所定範囲内に収まるように、無線信号の信号レベルを調整するとよい。無線信号の信号レベルは

、レベル調整部 3 2 6 によって調整することができる。

【0 1 0 3】

また、好ましくは、1つの無線基地局がカバーする無線通信範囲を、提供する無線通信システムにおいて予め想定されている1つの無線伝送路の範囲よりも縮小するとよい。これにより、無線信号の遅延時間のばらつきを縮小することができる。したがって、無線基地局および制御局を接続される光ファイバ長にばらつきがある場合においても、マルチパス干渉による通信品質の劣化を低減することができる。

【0 1 0 4】

以上のように、本実施形態によれば、各無線基地局は、近距離から送信される信号レベルの大きい無線信号を受信せず、一定距離以上離れた無線通信端末が送信する無線信号を受信する。したがって、無線基地局は、電気光変換器が許容するダイナミックレンジの上限を超えないレベルの信号のみを受信することができる。これにより、無線信号を高品質に光伝送することができる。また、無線基地局は、A G C機能を有する必要がないため、無線光伝送システムの構成を簡易化し、当該システムを安価に構築することができる。

【0 1 0 5】

さらに、本実施形態によれば、複数の無線基地局を設けることによって、無線通信区間を拡大することができる。また、各受信アンテナ部の指向性を調整することによって、無線信号が複数の受信アンテナ部によって受信された場合においても、無線伝送路および光伝送路における各無線信号の遅延時間差を所定の時間内に収めることができる。これにより、マルチパス干渉による信号の劣化を防止することができる。

【0 1 0 6】

なお、上記実施形態において、各受信アンテナ部は、鉛直斜め下方向に対する指向性を有しているが、各受信アンテナ部は、直下に位置する無線通信端末から送信される無線信号を受信せず、隣接する無線基地局の直下に位置する無線通信端末から送信される無線信号を受信することができるような指向性を有していればよい。各受信アンテナ部の指向性は、上記実施形態に限られない。

【0 1 0 7】

なお、第1の実施形態～第6の実施形態のいずれの実施形態においても、無線光伝送システムは、周波数分割多重化方式を利用して光伝送することができる。本発明によれば、複数の無線通信端末がそれぞれ異なる周波数を利用して無線基地局と通信する場合においても、周波数に依存することなく、無線信号を電気光変換器が許容するダイナミックレンジの範囲内に収めることができる。したがって、無線信号を高品質に光伝送することができる。また、受信信号を分離する帯域通過フィルタや、信号レベルを調整するA G C回路を設ける必要がないため、無線基地局の構成を簡易化することができる。さらに、各無線通信端末に割り当てられた周波数帯域幅が狭く、帯域通過フィルタの作製が困難である屋内利用の無線LANの光伝送システムの場合、本発明は特に有効である。

【産業上の利用可能性】

【0 1 0 8】

本発明は、無線基地局において受信する無線信号を所要ダイナミックレンジ内に収めることができる、安価かつ簡易な無線光伝送システム等として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0 1 0 9】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る無線光伝送システムの構成を示す図

【図2】受信アンテナ部の構成 3 2 2 を示す図

【図3】無線基地局 3 2 における受信信号の強度と、無線基地局 3 2 および無線通信端末間の距離との関係を表すグラフ

【図4】本発明の第2の実施形態に係る無線光伝送システムの部分図であって、受信アンテナ部 3 2 2 x の構成およびその受信範囲 3 7 x の断面を模式的に示す図

【図5】本発明の第3の実施形態に係る無線光伝送システムの部分図であって、受信アンテナ部 3 2 2 y の構成およびその受信範囲 3 7 y を模式的に示す図

【図6】本発明の第4の実施形態に係る無線光伝送システムの部分図であって、受信アンテナ部322zの構成およびその受信範囲37zを模式的に示す図

【図7】本発明の第5の実施形態に係る無線光伝送システムの構成を示す図

【図8】本発明の第6の実施形態に係る無線光伝送システムの構成を示す図

【図9】図8に示す無線光伝送システムの部分図

【図10】受信アンテナ部の受信範囲を模式的に示す図

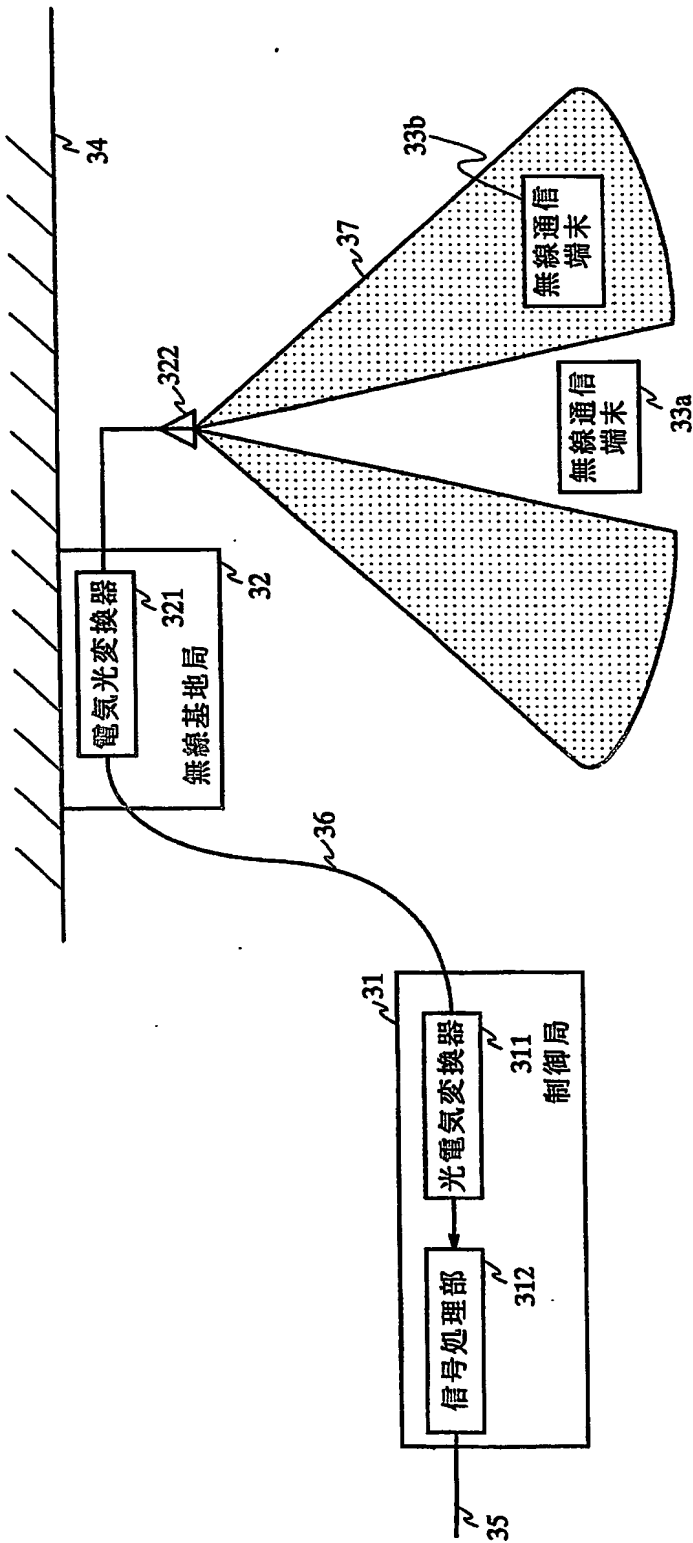
【図11】従来の無線光伝送システムの構成を示す図

【符号の説明】

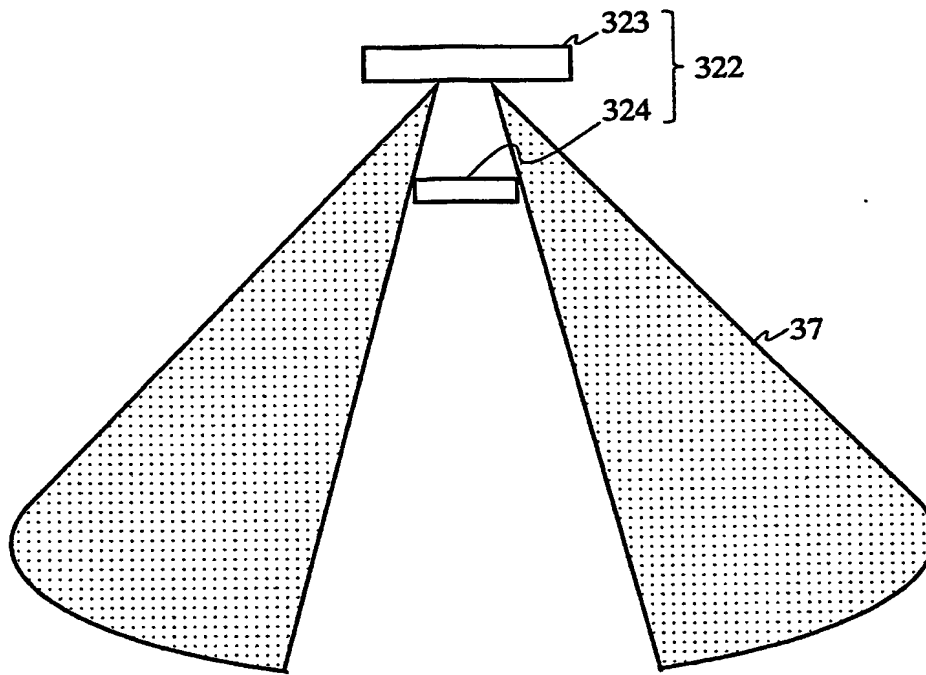
【0110】

- 1 低雑音増幅器
- 2、11 分配器
- 3、12 ミキサ
- 4 シンセサイザ
- 5、14 バンドパスフィルタ
- 6 非線形増幅器
- 7 合成器
- 8、313、321 電気光変換器
- 9、36、37 光ファイバ
- 10、311、323 光電気変換器
- 13 発振器
- 15 復調器
- 16 検波器
- 17 A/D変換器
- 18 ROM
- 19、32 無線基地局
- 20、31 制御局
- 21 アンテナ部
- 33 無線通信端末
- 34 天井
- 35 イーサネット（登録商標）ケーブル
- 37、42 受信範囲
- 41 送信範囲
- 312 信号処理部
- 322 受信アンテナ部
- 323 指向性アンテナ
- 324 電波吸収体
- 325 送信アンテナ部
- 326 レベル調整部

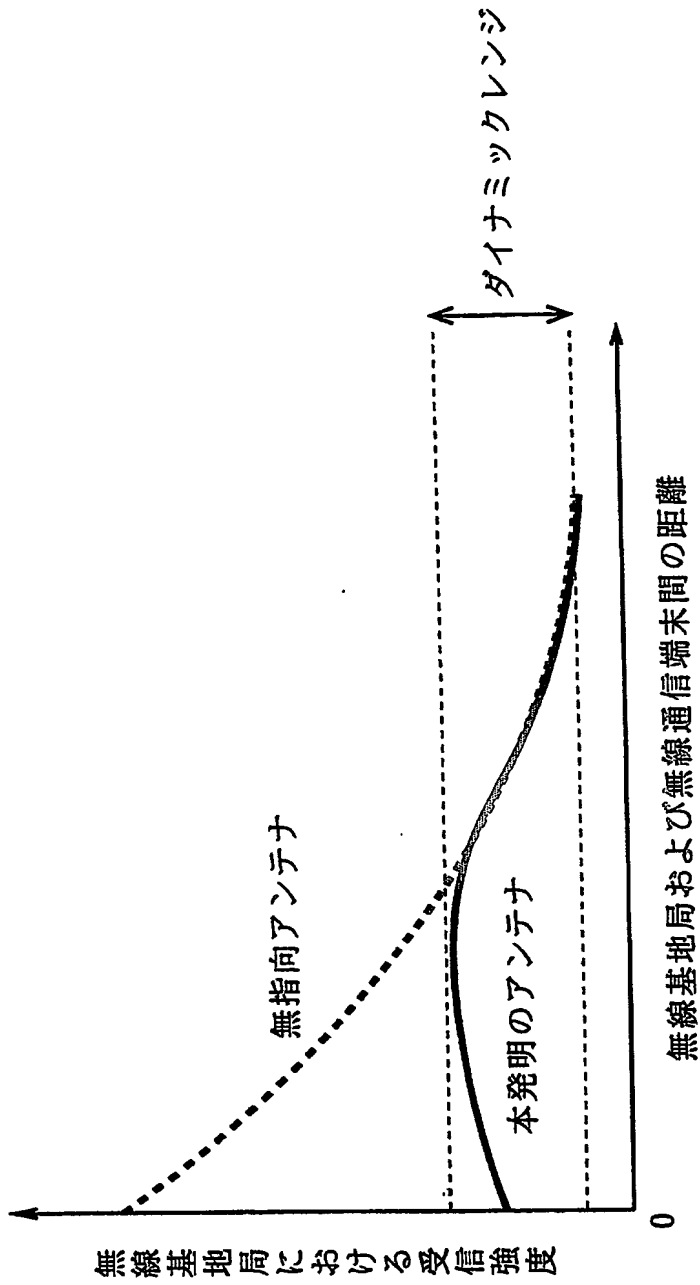
【書類名】 図面
【図 1】



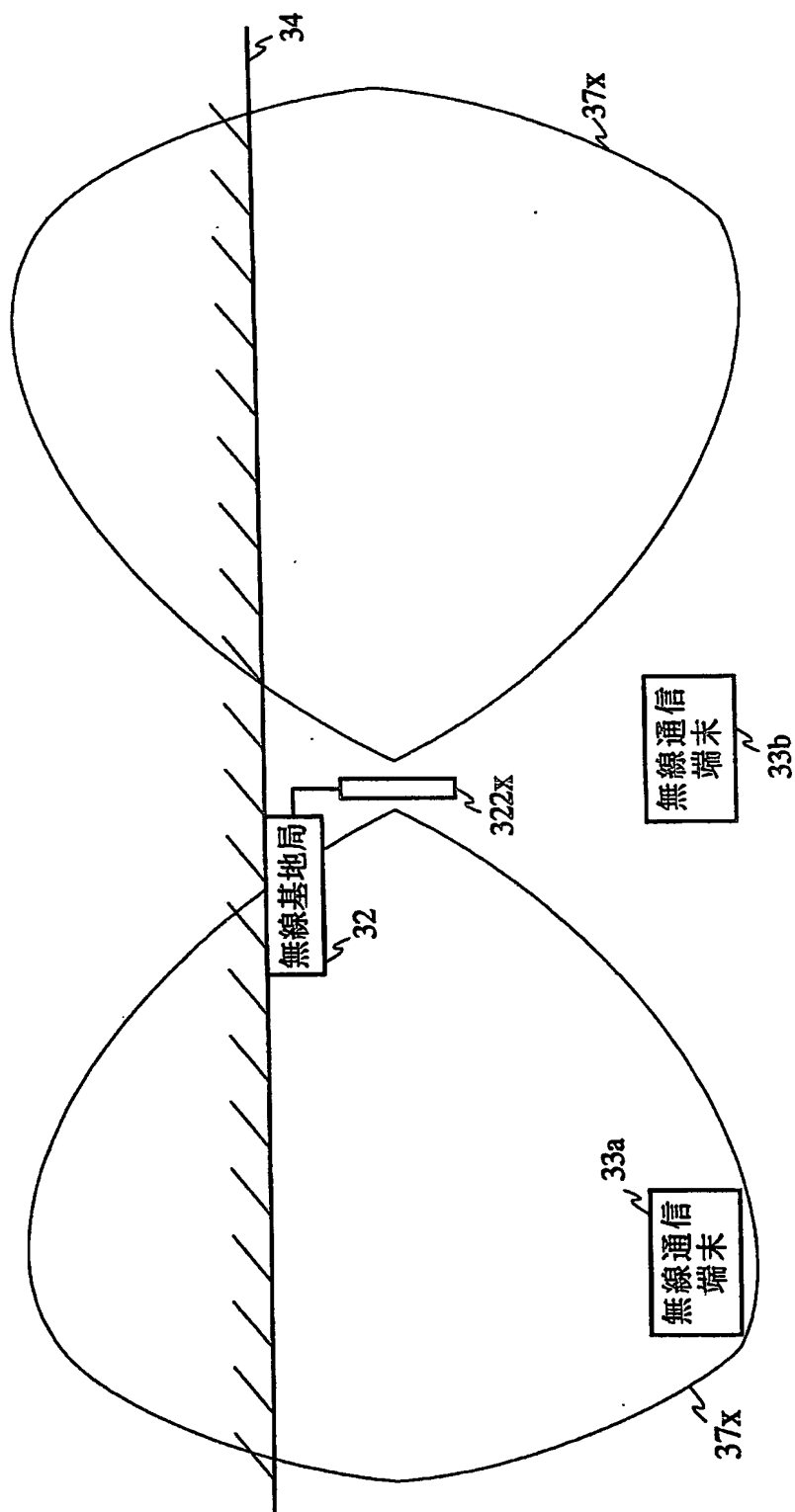
【図 2】



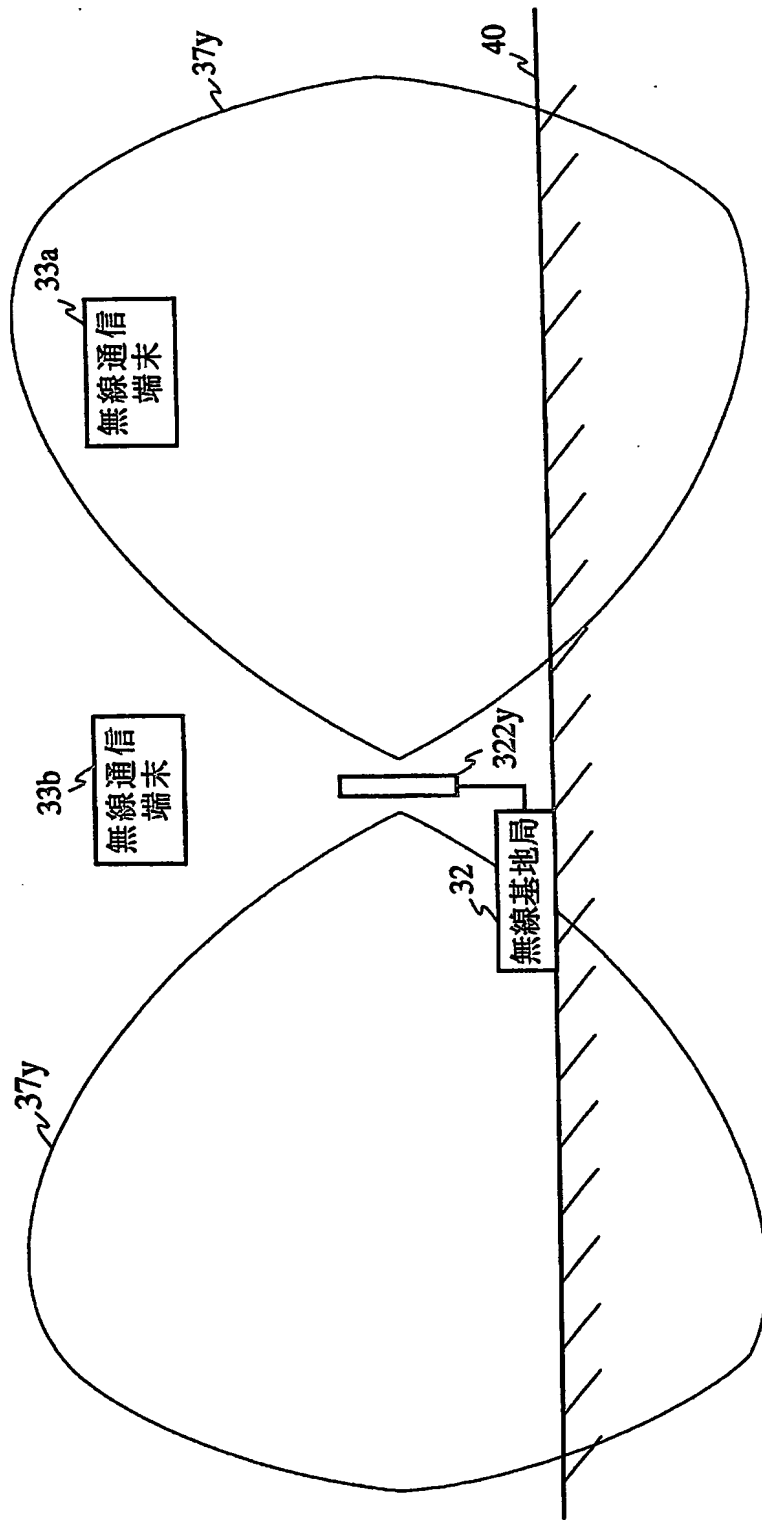
【図 3】



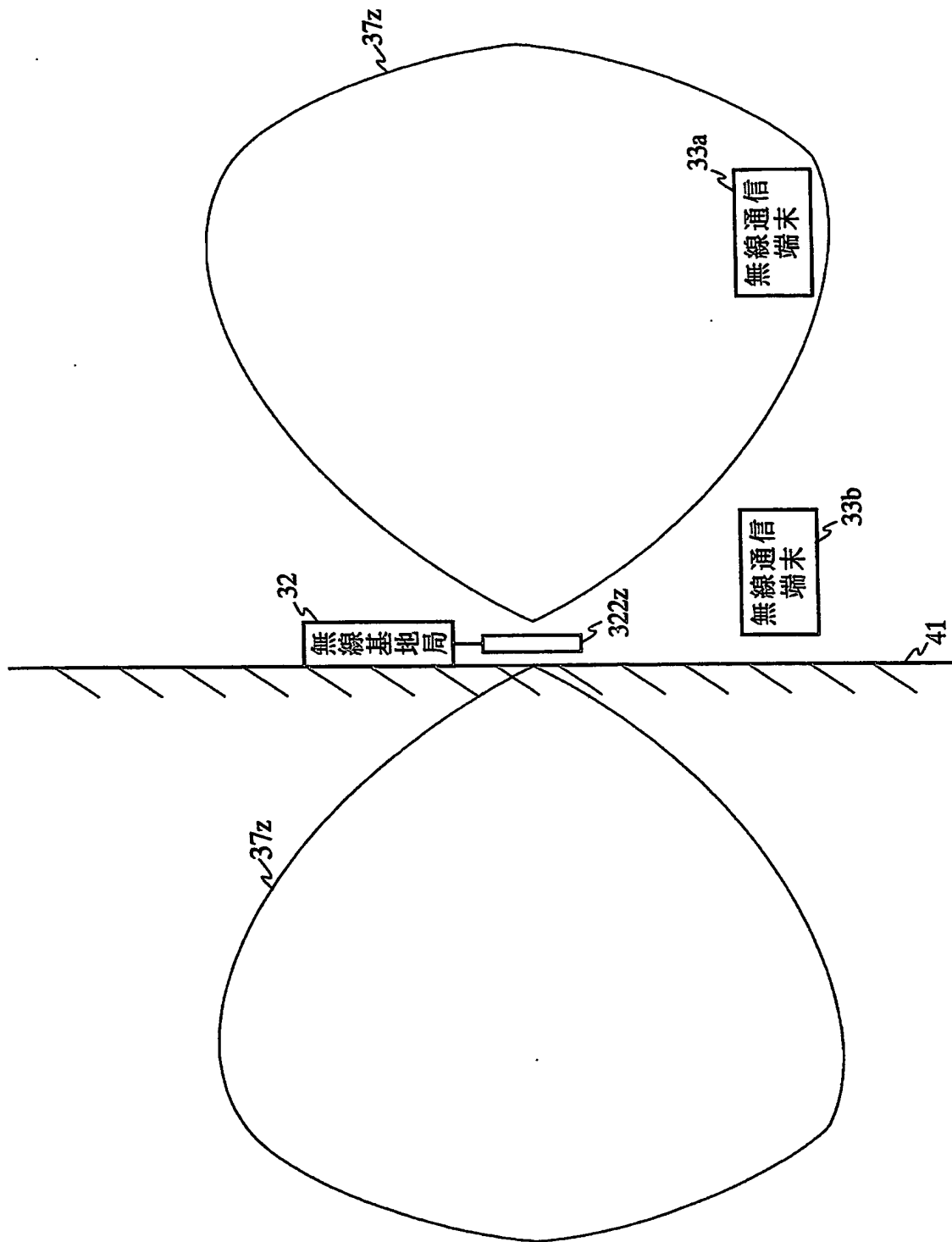
【図 4】



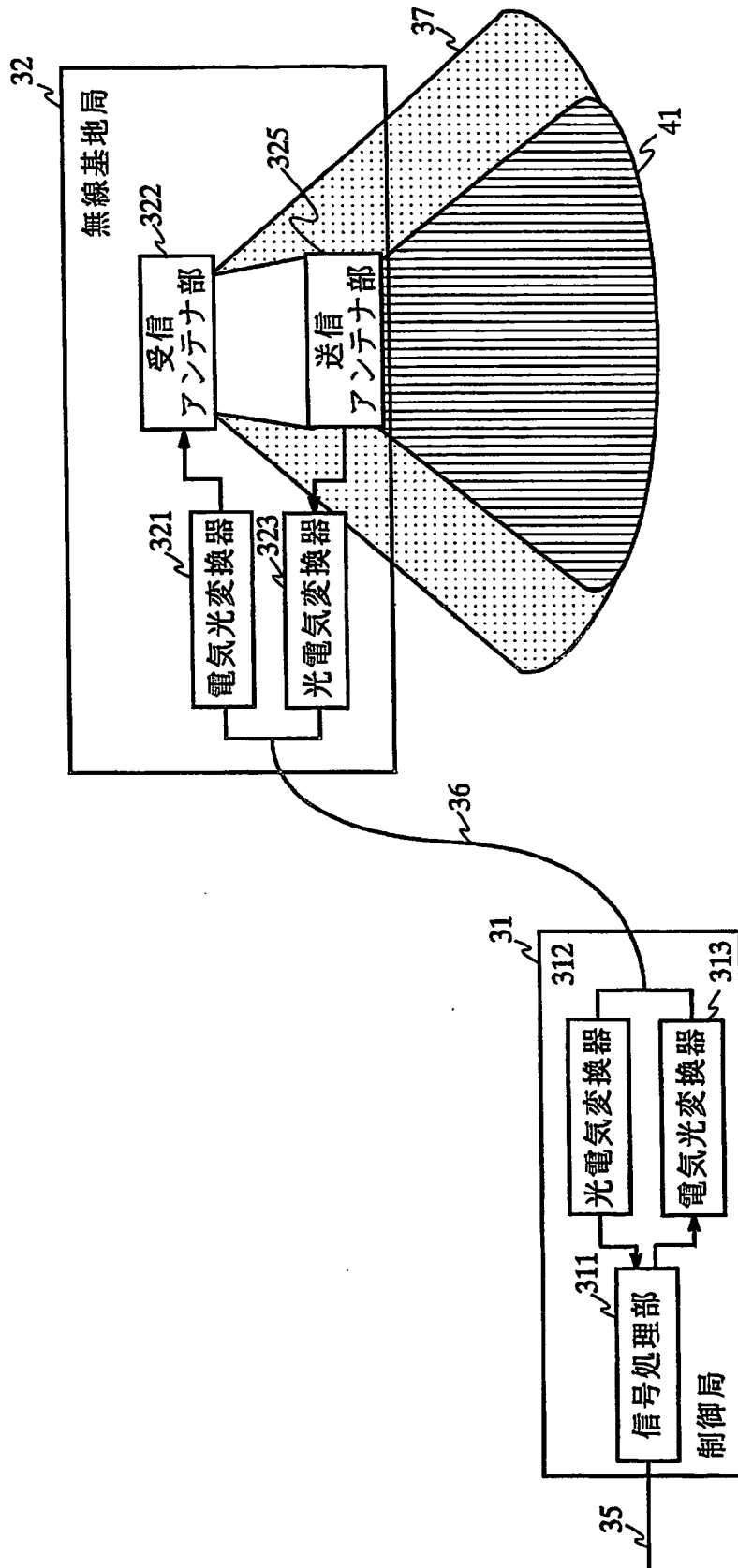
【図 5】



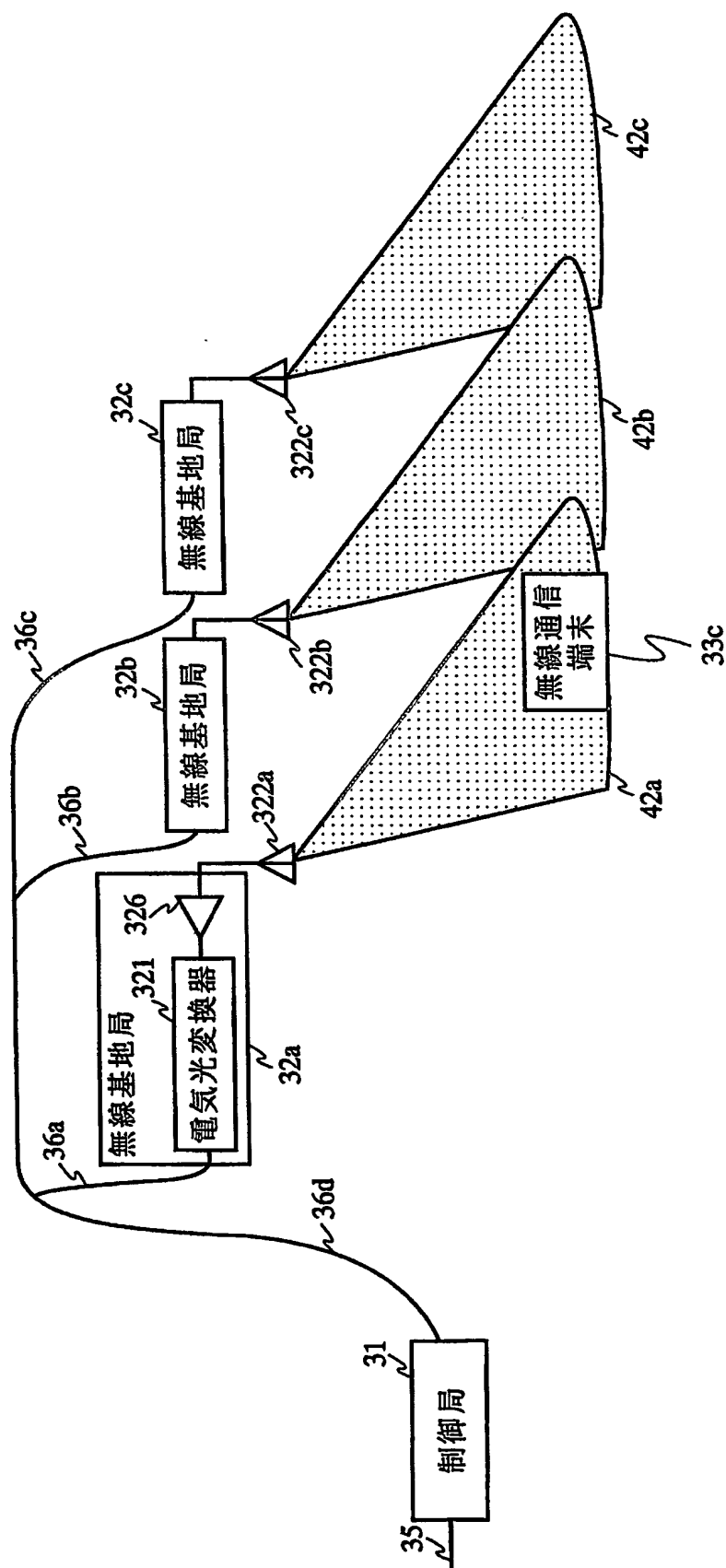
【図 6】



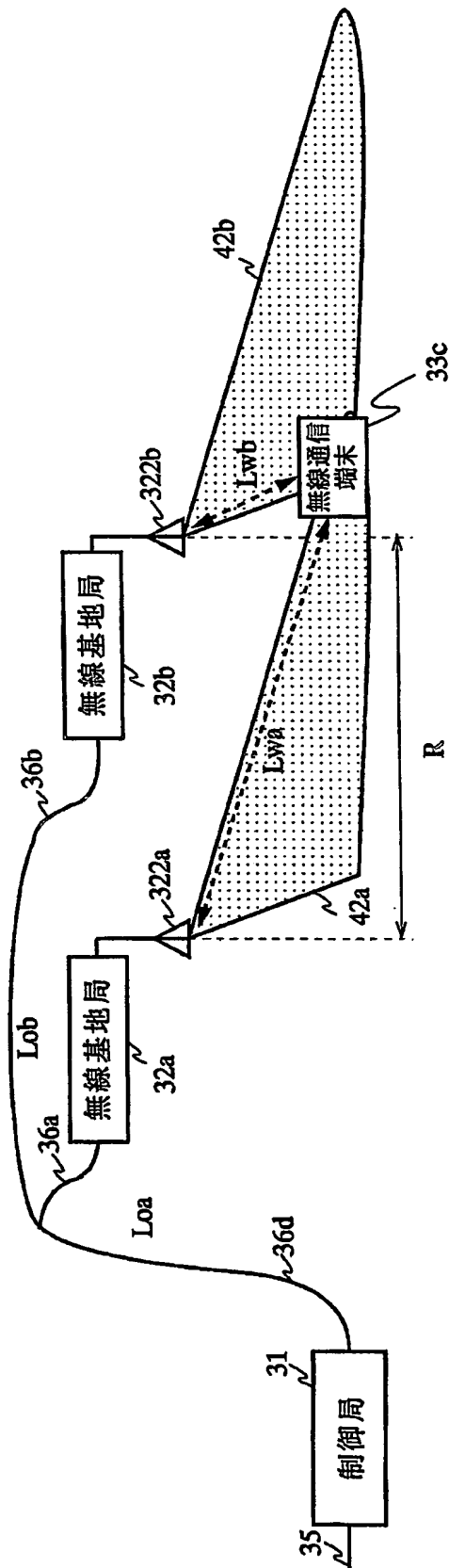
【図 7】



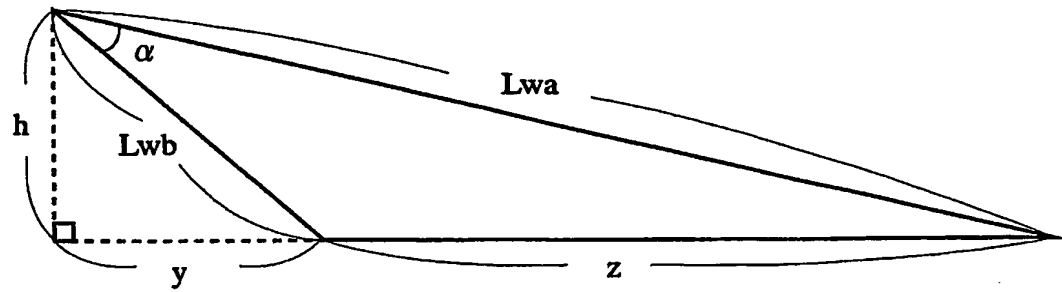
【図 8】



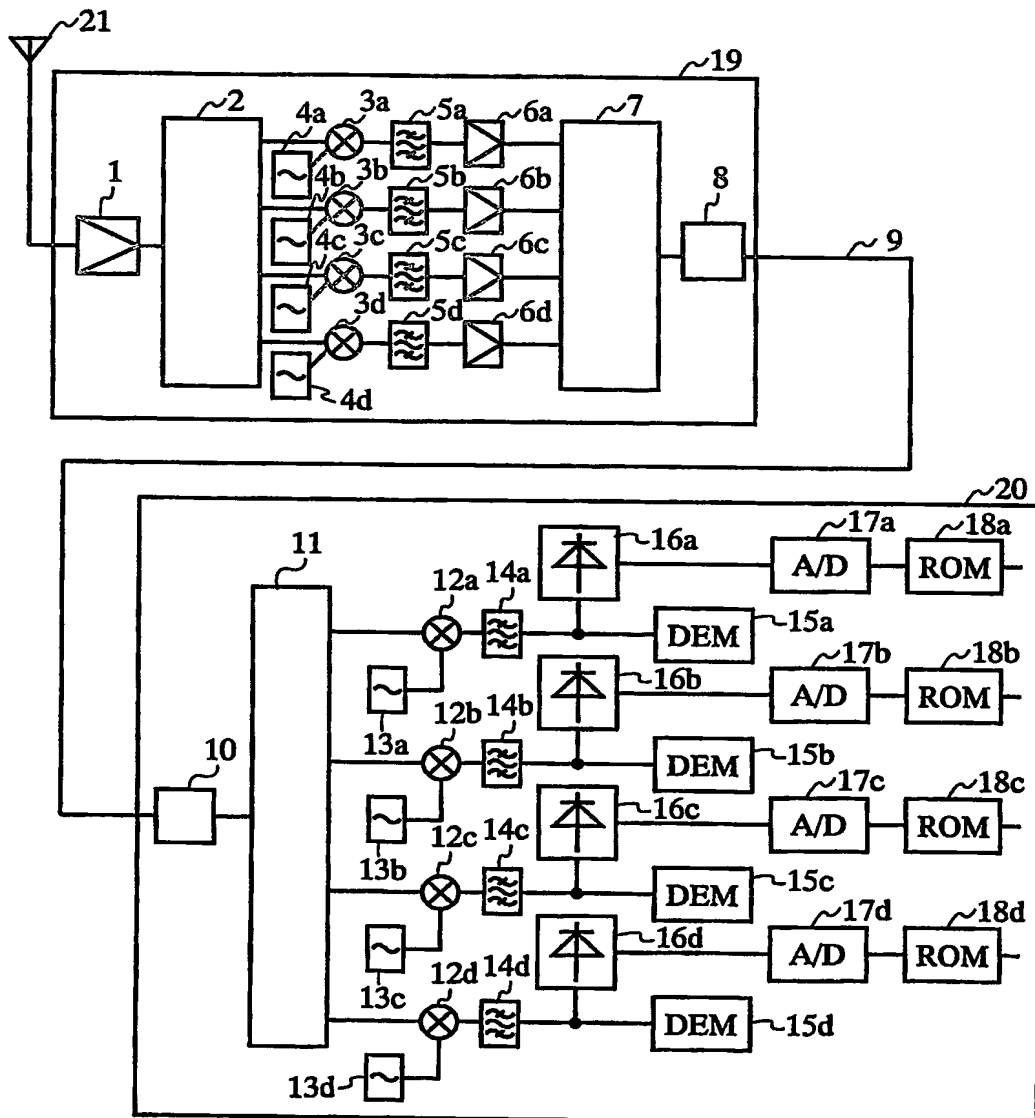
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 無線基地局において受信する無線信号を所要ダイナミックレンジ内に収めることができる、安価かつ簡易な無線光伝送システムを提供すること。

【解決手段】 無線光伝送システムは、建物内に設置される無線基地局 32 と複数の無線通信端末 33 とを備える。無線基地局 32 は、天井、床、または壁に設置されており、受信アンテナ部 322 と、電気光変換器 321 とを含む。受信アンテナ部 322 は、無線通信端末から送信される無線信号を受信する。電気光変換器は、受信アンテナ部 322 によって受信された無線信号を光信号に変換し、光伝送路に送出する。受信アンテナ部 322 は、鉛直方向の受信感度が所定のレベル内となるような指向性を有し、所定のレベルは、受信した無線信号の受信強度が電気光変換器 321 が許容するダイナミックレンジの範囲内となるレベルである。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-161732
受付番号	50400910856
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成16年 6月 1日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 5月31日

特願 2 0 0 4 - 1 6 1 7 3 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社